

**PENGARUH KECEPATAN PUTAR TERHADAP TEGANGAN DAN
FREKUENSI GENERATOR INDUKSI 1 FASE 6 KUTUB**



**Disusun sebagai salah syarat menyelesaikan Program Studi Strata I pada Jurusan Teknik Elektro
Fakultas Teknik**

Oleh:

**Dwi Aji Saputro
D400 120 009**

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
2016**

HALAMAN PERSETUJUAN

**PENGARUH KECEPATAN PUTAR TERHADAP TEGANGAN DAN
FREKUENSI GENERATOR INDUKSI 1 FASE 6 KUTUB**

PUBLIKASI ILMIAH

Oleh,

Dwi Aji Saputro
D 400 120 009

Telah diperiksa dan disetujui untuk diuji oleh,

Dosen Pembimbing



Agus Supardi, S.T., M.T
NIK. 883

HALAMAN PENGESAHAN

PENGARUH KECEPATAN PUTAR TERHADAP TEGANGAN DAN FREKUENSI GENERATOR INDUKSI 1 FASE 6 KUTUB

OLEH
Dwi Ail Saputro
D 400 120 009

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji
Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Surakarta
Pada hari Jumat 29 Juli 2016
dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Dewan Penguji:

1. Agus Supardi, S.T., M.T.
(Ketua Dewan Penguji)
2. Ir. Jatmiko, M.T.
(Anggota I Dewan Penguji)
3. Hasyim Asy'ari, S.T., M.T.
(Anggota II Dewan Penguji)


(.....)


(.....)


(.....)

Dekan,



Ir. Sri Santarjono, M.T., Ph.D
NIK. 682

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam naskah publikasi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila kelak terbukti ada ketidakbenaran dalam pernyataan saya diatas, maka akan saya pertanggungjawabkan sepenuhnya.

Surakarta, 9 Agustus 2016

Penulis



Dwi Aji Saputro
D400 120 009

PENGARUH KECEPATAN PUTAR TERHADAP TEGANGAN DAN FREKUENSI GENERATOR INDUKSI 1 FASE 6 KUTUB

Abstrak

Di Indonesia, sumber energi listrik sudah menjadi kebutuhan penting bagi masyarakatnya, namun kurangnya pemerataan sumber energi listrik khususnya di daerah-daerah terpencil dan terisolir mengakibatkan masalah akan krisis energi listrik. Untuk itu diperlukan adanya energi pengganti, salah satunya penggunaan motor induksi sebagai generator induksi tereksitasi diri yang merupakan pembangkit listrik alternatif skala kecil (*stand alone*). Generator induksi mempunyai konstruksi yang sederhana, kokoh, mudah dalam pengoperasian, harga yang relatif terjangkau, dan perawatan mudah. Sedangkan kelemahannya adalah kinerja yang sangat terpengaruh oleh beban. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh kecepatan putar terhadap tegangan dan frekuensi keluaran yang dihasilkan oleh generator induksi dalam kondisi berbeban maupun tanpa beban. Motor induksi yang diaplikasikan sebagai generator induksi tereksitasi diri mempunyai spesifikasi daya 1 HP, 6 kutub, 1 fase, 940 rpm. Ketika difungsikan sebagai generator induksi diperlukan kapasitor (penyedia eksitasi) dengan nilai 72 μF pada terminal keluaran agar dapat menghasilkan tegangan. Generator induksi dalam kondisi tanpa beban mampu menghasilkan tegangan 107,4 sampai 264,7 volt dan frekuensi 47,2 sampai 54,7 Hz ketika diputar sebesar 950 rpm sampai 1150 rpm. Pada saat pembebanan resistif antara 40 sampai 200 watt dengan kecepatan awal sebesar 1050 rpm menghasilkan tegangan 199,1 sampai 164,3 volt sedangkan pembebanan lampu hemat energi antara 24 sampai 120 watt menghasilkan tegangan 186,4 sampai 135,6 volt. Peningkatan daya beban mengakibatkan penurunan tegangan dan frekuensi generator induksi.

Kata kunci: frekuensi, generator induksi, kecepatan putar, tegangan.

Abstract

In Indonesia, the source of electrical energy has become an important needs for the people, but the lack of equal distribution of electrical energy source particularly in some isolated areas will lead to problems of electrical energy crisis. It required a replacement, one of them using an induction motor as a self excited induction generator which is a small-scale alternative power generation (*stand alone*). Induction generator has a simple, robust, easy to operate, a relatively affordable price, and easy maintenance. The weakness is the performance of how it works greatly affected by load. This study aims to analyze the influences of the rotational speed toward the output voltage and the frequency from the induction generator whether in loaded condition as well as without any loads. Induction motors are applied as self excited induction generator has a power specification 1 HP, 6 poles, 1 phase, 940 rpm. When it functioned as induction generator is required capacitors (excitation) with a value of 72 μF at the output terminal in order to produce a voltage. Induction generator in no load condition can produce voltage 107,4 to 264,7 volt and frequency 47,2 to 54,7 Hz when rotated at 950 rpm to 1150 rpm. When a resistive load between 40 to 200 watts with an initial velocity of 1050 rpm produces a voltage of 199,1 to 164,3 volts while loading energy-saving lamps from 24 to 120 volts produces 186,4 to 135,6 volts. The increase in power load resulted in a decrease in voltage and frequency of induction generator.

Keywords: frequency, induction generator, rotational speed, voltage

1. PENDAHULUAN

Perkembangan penduduk khususnya di Indonesia semakin meningkat pesat dengan laju pertumbuhan penduduk mencapai 1,49% per tahun (Yudha, 2013). Pertumbuhan sumber daya manusia yang terus meningkat akan berpengaruh dalam beberapa aspek. Salah satunya kebutuhan akan energi listrik sebagai tolak ukur dimana sangat diperlukan sebagai sarana dan prasarana untuk menunjang kehidupan sehari-hari. Saat ini pembangunan proyek pembangkit listrik sedang gencar dilakukan oleh pemerintah, namun kenyataannya pembangunan tersebut memerlukan waktu yang cukup lama bahkan tak sesuai target yang telah ditentukan.

Di era modern ini hampir semua peralatan membutuhkan sumber energi listrik. Semakin lama penggunaan energi listrik semakin meningkat sedangkan cadangan bahan bakar fosil menjadi semakin berkurang bahkan habis. Untuk itu energi alternatif perlu diaplikasikan dalam peralatan skala kecil atau rumah tangga. Salah satunya adalah penggunaan motor induksi yang dioperasikan sebagai generator induksi, yang akan mengubah energi gerak menjadi energi listrik. Negara Indonesia sendiri merupakan negara maritim, terdiri dari beberapa pulau dan disetiap daerah banyak dijumpai sungai. Aliran air sungai tersebut sangat efisien jika dimanfaatkan sebagai tenaga penggerak mula pada generator induksi. Di Indonesia pemerataan jangkauan energi listrik masih sangat kurang terutama untuk daerah terisolir, sampai saat ini belum juga terkoneksi secara merata. Pengaplikasian generator induksi tereksitasi diri tidak tergantung pada jaringan (*grid*) dan sangat efektif penggunaannya untuk daerah terisolir. Rumusan masalah penelitian ini yaitu bagaimana pengaruh kecepatan putar rotor terhadap keluaran generator induksi tereksitasi diri dan juga pada saat pembebanan (*load*) maupun tanpa beban adakah pengaruh terhadap keluaran pada generator tersebut.

Menurut Gupta (2012) dalam penelitiannya SEIG pilihan yang tepat untuk daerah terisolir dikarenakan hasil analisis pada frekuensi generator, reaktansi magnetisasi dan variasi beban dapat beroperasi pada kondisi yang berbeda. Skema operasi SEIG dapat diaplikasikan tanpa jaringan dengan biaya yang murah. Pengaplikasian ini dapat berdiri sendiri, biasanya disebut SEIG (*Self Excitation Induction Generator*). Pembangkitan energi listrik ini cocok untuk skala kecil dan mudah dalam pengaplikasiannya. Potensi dari SEIG dapat beroperasi untuk kondisi jaringan yang berbeda-beda, lebih optimal dapat beroperasi sendiri (*standalone*). Beban (*load*) dan masukan daya reaktif merupakan faktor kunci dari kinerja SEIG (Farrag & Putrus, 2014).

Kelebihan generator induksi ini adalah harga terjangkau, perawatan mudah, konstruksi kuat dan sederhana, pengoperasian mudah (Capallaz, 1992), sedangkan kelemahan generator induksi yaitu membutuhkan daya reaktif untuk kinerjanya dan dipengaruhi oleh beban. Menurut Shilpa dan Dias (2013) dalam penelitiannya pemasangan kapasitor seri terhubung pada terminal keluaran generator induksi dibutuhkan untuk membangkitkan daya reaktif agar generator induksi menghasilkan tegangan yang stabil untuk kondisi tanpa beban.

Generator induksi yang diaplikasikan dalam penelitian ini adalah sebuah motor induksi berdaya 1 HP, 1 fase, dan 940 rpm yang diubah-fungsikan menjadi generator induksi 6 kutub. Penggerak mula (*primemover*) adalah motor induksi yang dikopel langsung dengan generator induksi dalam pengujian skala laboratorium, namun untuk aplikasi nyata penggerak mula digantikan dengan aliran air (PLTMh). Untuk pengujian kinerja dari generator ini dihubungkan ke beban (resistif, lampu hemat energi) maupun tanpa beban.

Kinerja generator induksi sangat dipengaruhi oleh beban yang dipikul, ketika suatu beban pada generator tersebut naik maupun turun maka berdampak pada tegangan dan frekuensi (tidak stabil). Menurut Dragomirescu et al. (2011) dalam penelitiannya beban (*load*) berpengaruh terhadap tegangan yang dibangkitkan pada SEIG. Untuk itu diperlukan konverter frekuensi untuk mengendalikan keluaran tegangan (380 V, 50 Hz) pada generator, agar berputar pada kecepatan tetap konstan. Pengaruh dari kecepatan dan kapasitansi sebagai kombinasi parameter untuk SEIG agar menghasilkan nilai regulasi tegangan, regulasi frekuensi dan beban untuk memberikan kinerja yang optimal (Chauhan et al., 2013). Sesuai diagram heyland, bahwa perubahan dalam beban mengakibatkan perubahan dalam putaran serta pula menyebabkan perubahan daripada arus buta yang diperlukan mesin (Kadir, 1981). Kecepatan putar pada generator dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$N_s = \frac{120 \times f}{p} \quad (1)$$

dengan :

N_s = kecepatan medan putar (rpm)

f = frekuensi (Hz)

p = jumlah kutub

Frekuensi dengan persamaan berikut:

$$f = \frac{N_s \times p}{120} \quad (2)$$

dengan :

f = frekuensi (Hz)
N_s = kecepatan medan putar (rpm)
p = jumlah kutub

Tegangan dengan persamaan berikut:

$$e = B \times l \times v \quad (3)$$

dengan :

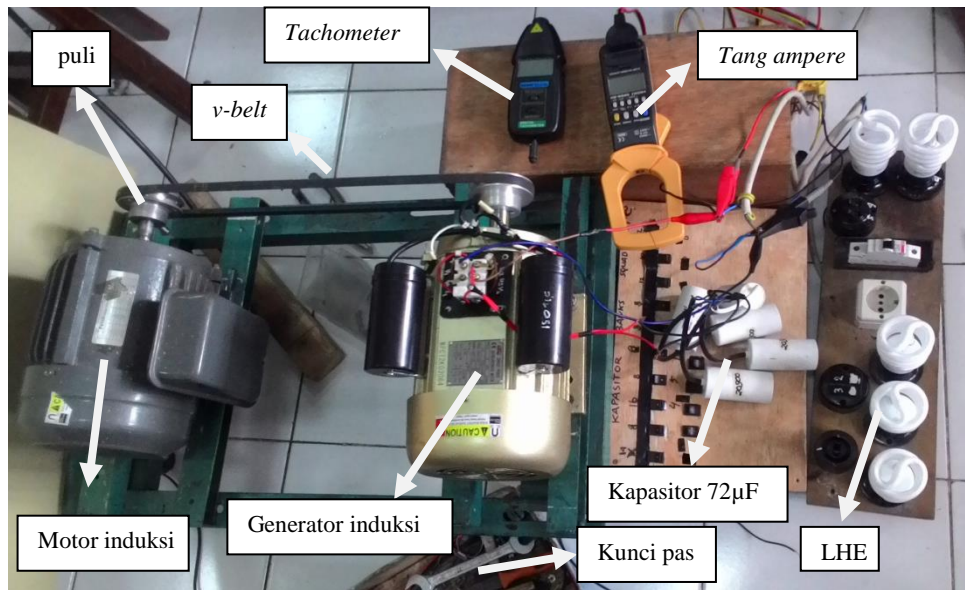
e = tegangan terinduksi
B = fluksi magnetik (wb)
l = panjang konduktor (m)
v = kecepatan medan magnet (m/s)

Pada dasarnya generator induksi sangat terpengaruh oleh beberapa hal yakni kecepatan putar, beban, dan kebutuhan daya reaktif. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui bagaimana cara merancang prototipe generator induksi 1 fasa tereksitasi diri yang dapat mengeluarkan tegangan sesuai standar PLN dan mengetahui pengaruh kecepatan putar terhadap keluaran generator tersebut pada saat berbeban maupun tanpa beban. Hasil keluaran yang diharapkan pada penelitian ini yaitu generator induksi bisa dimanfaatkan untuk batas kondisi yang efektif, dimana pengaplikasian terutama untuk daerah terisolir dan juga skala kecil atau rumah tangga.

2. METODE

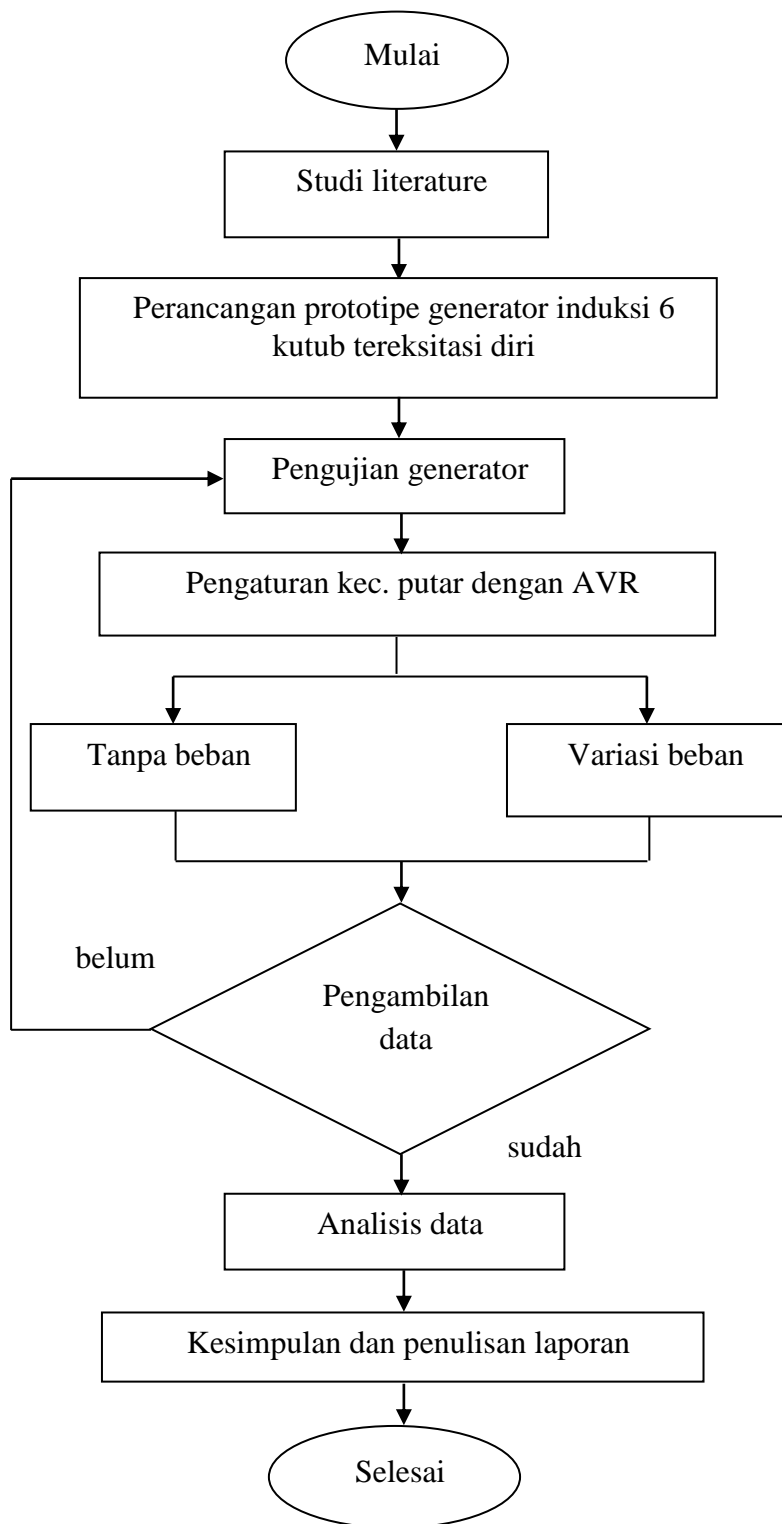
Dalam penelitian ini dirancang sebuah prototipe motor induksi yang diubah-fungsikan menjadi generator induksi 1 fase 6 kutub tereksitasi diri. Penelitian ini dilakukan di laboratorium teknik elektro UMS dengan tahapan-tahapan dibawah ini.

Alat dan bahan yang diperlukan adalah motor induksi sebagai *primemover*, generator induksi, *v-belt*, puli ukuran 3 inci, kapasitor 72 μ F, kunci pas, obeng, *volage regulator*, multimeter, tang ampere, lampu hemat energi, lampu pijar dan *tachometer*.



Gambar 1. Rangkaian uji generator induksi tereksitasi diri

Studi literature adalah proses pencarian materi penunjang yang diperlukan terkait penelitian yang bisa diambil dari beberapa referensi jurnal, karya ilmiah dan buku yang dijadikan pedoman dalam penelitian yang terkait. Motor induksi diubah-fungsikan sebagai generator induksi tereksitasi diri dikopel dengan penggerak mula (*primemover*), terminal keluaran pada belitan utama terhubung dengan kapasitor sebagai sumber daya reaktif dan dihubungkan dengan beban resistif dan LHE (lampu hemat energi) maupun tanpa beban. Pengumpulan data didapat dari hasil keluaran pengujian generator induksi tersebut, yang nantinya akan diolah dan dianalisis. Analisis data yang diperoleh dari hasil pengujian dibandingkan dengan studi literature. Data yang diperoleh untuk dianalisis yaitu data hasil pengujian generator induksi. Tahapan penelitian ditunjukkan dalam *flowchart* pada gambar 2.



Gambar 2. *Flowchart* Penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian dilakukan dalam skala laboratorium di teknik elektro UMS dengan menggunakan motor induksi sebagai penggerak mula yang dihubungkan dengan generator induksi. Untuk penerapan nyata, motor penggerak mula tersebut diganti dengan kincir air pada aplikasi pembangkit listrik tenaga mikrohidro (PLTMh).

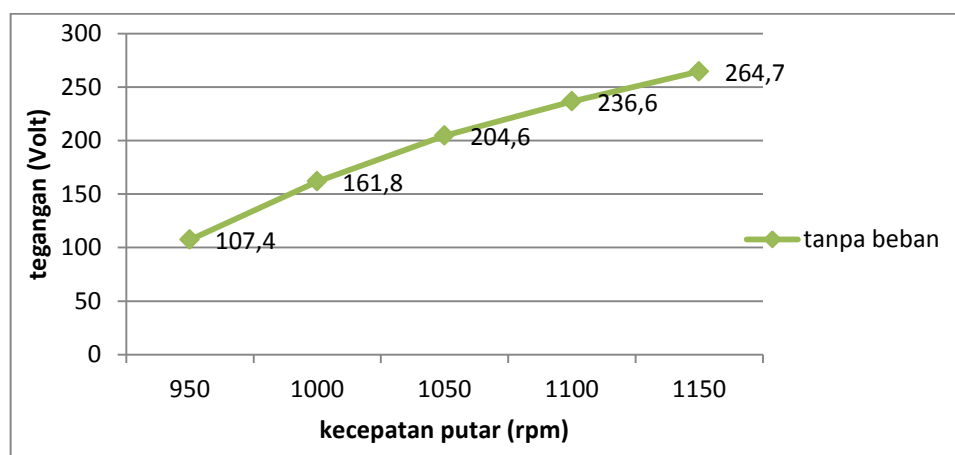
Motor induksi 1 fase 6 kutub dapat bekerja sebagai generator induksi tereksitasi diri dengan prinsip kerja kecepatan putar rotor lebih besar dari kecepatan sinkron ($N_r > N_s$), sehingga slip akan berubah menjadi negatif (daerah generator bekerja). Rotor yang berputar akan memotong kumparan stator (timbul medan magnet) sehingga akan membangkitkan tegangan (Kadir, 1981). Generator induksi tereksitasi diri membutuhkan suplai daya reaktif yang dapat diambil dari bank kapasitor untuk membangkitkan tegangan pada terminal jangkar keluarannya. Kebutuhan daya reaktif ini disesuaikan kebutuhan generator tersebut.

3.1 Pengujian generator induksi 6 kutub tanpa beban

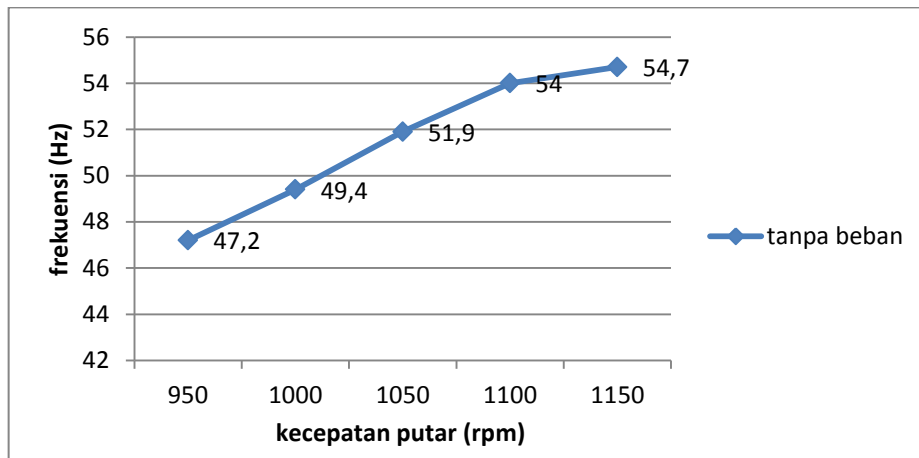
Pengujian generator induksi dalam kondisi tanpa beban dengan pengaturan variasi kecepatan dari 950 sampai 1050 rpm dengan menggunakan kapasitor berukuran 72 μF yang terhubung pada terminal keluaran jangkar. Hasil pengujian ditunjukkan pada tabel 1.

Tabel 1. Hasil Pengujian tanpa beban

Kecepatan putar (rpm)	Tegangan (V)	Frekuensi (Hz)
950	107,4	47,2
1000	161,8	49,4
1050	204,6	51,9
1100	236,6	54
1150	264,7	54,7



Gambar 3. Hubungan kecepatan putar terhadap tegangan dalam kondisi tanpa beban



Gambar 4. Hubungan kecepatan putar terhadap frekuensi dalam kondisi tanpa beban

Pada tabel 1 data diambil sebanyak 5 kali pengujian, mulai dari 950 rpm menghasilkan keluaran tegangan 107,4 volt. Untuk kecepatan putar 1150 rpm menghasilkan keluaran tegangan 264,7 volt. Tingkat kenaikan kecepatan putar setiap 50 rpm dengan tujuan mendapat hasil data sesuai standar PLN yaitu tegangan 220 volt. Gambar 3 membuktikan bahwa kecepatan putar mempengaruhi tegangan, ketika kecepatan putar meningkat maka tegangan akan semakin naik.

Gambar 4 menunjukkan kecepatan putar mulai 950 rpm menghasilkan frekuensi 47,2 Hz kemudian kecepatan putar dinaikkan menjadi 1000 rpm dapat menghasilkan frekuensi 49,4 Hz. Nilai tersebut sudah mendekati standar PLN yaitu 50 Hz. Sementara untuk kecepatan putar 1050 rpm menghasilkan frekuensi 51,9 Hz, hasil tersebut sudah melampaui standar PLN. Berdasarkan gambar 4 kecepatan putar juga mempengaruhi frekuensi, semakin tinggi kecepatan putar maka frekuensi pun semakin tinggi.

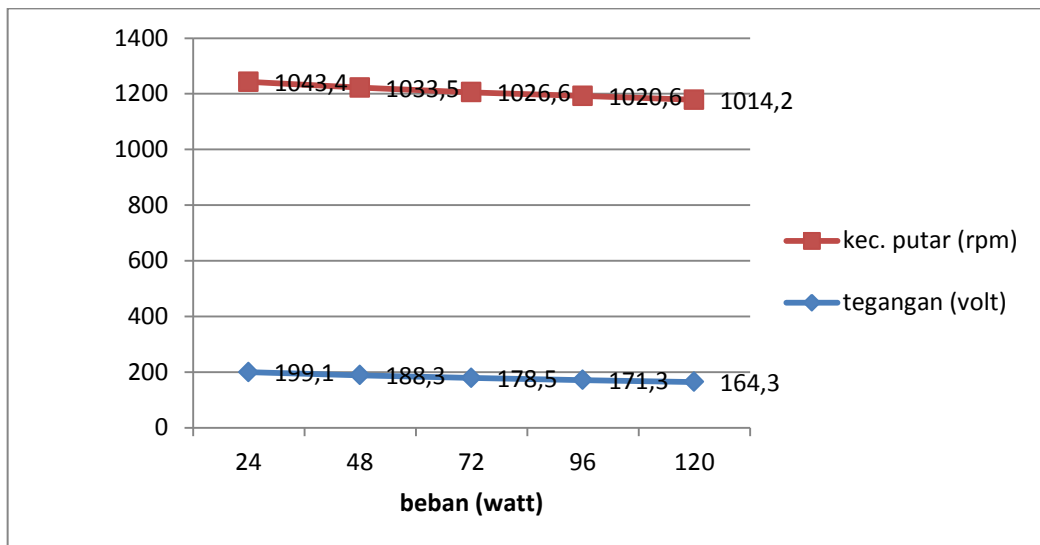
Pada gambar 3 dan 4 menunjukkan hubungan antara kecepatan putar dengan tegangan dan frekuensi keluaran yang dihasilkan. Hasil pengujian generator induksi tanpa beban menunjukkan bahwa semakin tinggi kecepatan putar pada generator tersebut maka tegangan dan frekuensi keluaran akan semakin tinggi. Untuk kecepatan putar dibawah 950 rpm generator induksi tidak bisa membangkitkan tegangan. Syarat motor induksi diubah-fungsikan sebagai generator induksi adalah kecepatan rotor harus lebih besar dibanding kecepatan medan putar (Kadir, 1981). Begitu juga pemilihan nilai kapasitor yang kurang tepat juga berpengaruh terhadap keluaran yang dihasilkan.

3.2 Pengujian generator induksi 6 kutub dengan beban LHE

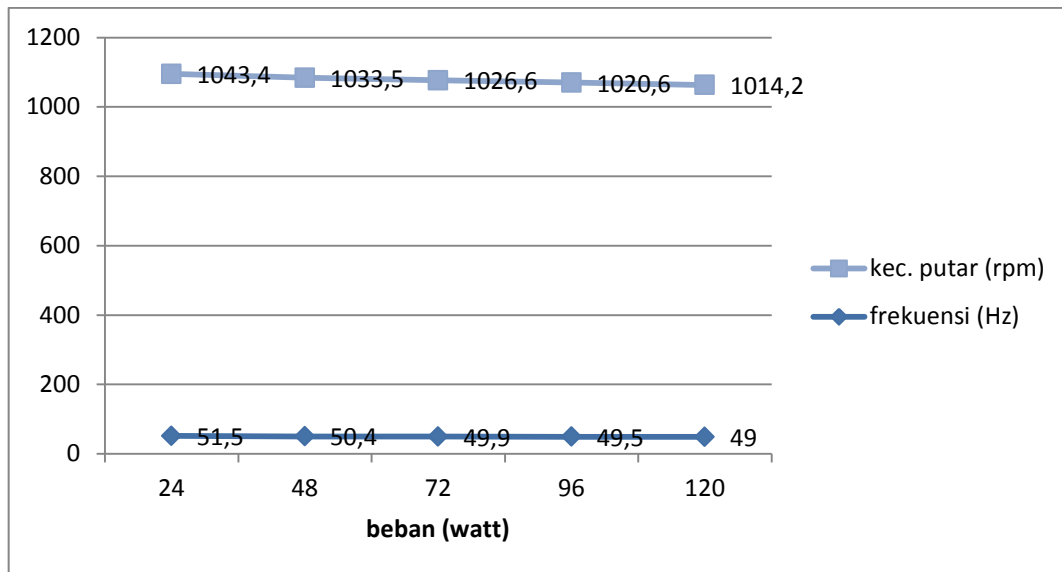
Pengujian generator induksi pembebanan LHE dengan memvariasi beban tersebut mulai dari 24 sampai 120 watt, dengan tingkat kenaikan setiap beban 24 watt. Untuk kecepatan putar diatur tetap konstan pada awal pengujian pertama yaitu 1050 rpm dan pengujian kedua yaitu 1100 rpm, selanjutnya kecepatan putar diamati perubahannya. Hasil pengujian ditunjukkan pada tabel 2.

Tabel 2. Hasil Pengujian dengan beban LHE

Beban (P)	Kecepatan Putar (rpm)	Tegangan (V)	Frekuensi (Hz)
24	1043,4	199,1	51,5
48	1033,5	188,3	50,4
72	1026,6	178,5	49,9
96	1020,6	171,3	49,5
120	1014,2	164,3	49
24	1064,9	217,5	52,9
48	1052,7	201,1	51,9
72	1043,6	177,6	50,3
96	1356,8	170	49,7
120	1029,6	163,2	48,9



Gambar 5. Hubungan beban terhadap tegangan dan kecepatan putar dengan beban LHE



Gambar 6. Hubungan beban terhadap frekuensi dan kecepatan putar dengan beban LHE

Pada tabel 2 menunjukkan bahwa pembebanan LHE berpengaruh terhadap keluaran pada generator induksi. Beban LHE dengan kenaikan daya bertahap mulai 24 sampai 120 watt. Gambar 5 menunjukkan ketika beban meningkat maka kecepatan putar akan menurun, peningkatan beban 24 watt mengakibatkan kecepatan putar turun menjadi 1043,4 rpm sampai beban ditingkatkan menjadi 120 watt kemudian kecepatan putar turun menjadi 1014,2 rpm. Begitu juga dengan tegangan, naiknya beban secara bertahap akan mengakibatkan tegangan menurun. Hasil menunjukkan bahwa drop tegangan semakin tinggi ketika pembebanan semakin naik.

Gambar 6 menunjukkan bahwa semakin tinggi pembebanan maka kecepatan putar juga akan mengalami penurunan walaupun tidak signifikan akan tetapi berpengaruh juga terhadap frekuensi, yaitu akan mengalami penurunan. Ketika beban mencapai 24 watt diperoleh frekuensi 51,5 Hz sampai dengan beban 120 watt diperoleh frekuensi 49 Hz. Ketika beban mencapai 48 watt penurunan frekuensi sebesar 2% kemudian untuk beban 72 watt sampai 120 watt tidak mengalami penurunan yang signifikan.

Pada gambar 5 dan 6 menunjukkan hubungan antara kecepatan putar terhadap tegangan dan frekuensi keluaran generator induksi 6 kutub dengan beban LHE. Hasil pengujian menunjukkan bahwa semakin tinggi beban yang dipikul maka drop tegangan akan semakin tinggi, begitu juga untuk kecepatan putar akan menurun. Ketika beban mencapai 120 watt drop tegangan mencapai 17% akan tetapi generator induksi masih mampu memikul beban LHE. Ketika kecepatan putar menurun maka frekuensi juga akan mengalami penurunan. Penurunan tegangan dan frekuensi terjadi karena melambatnya putaran motor

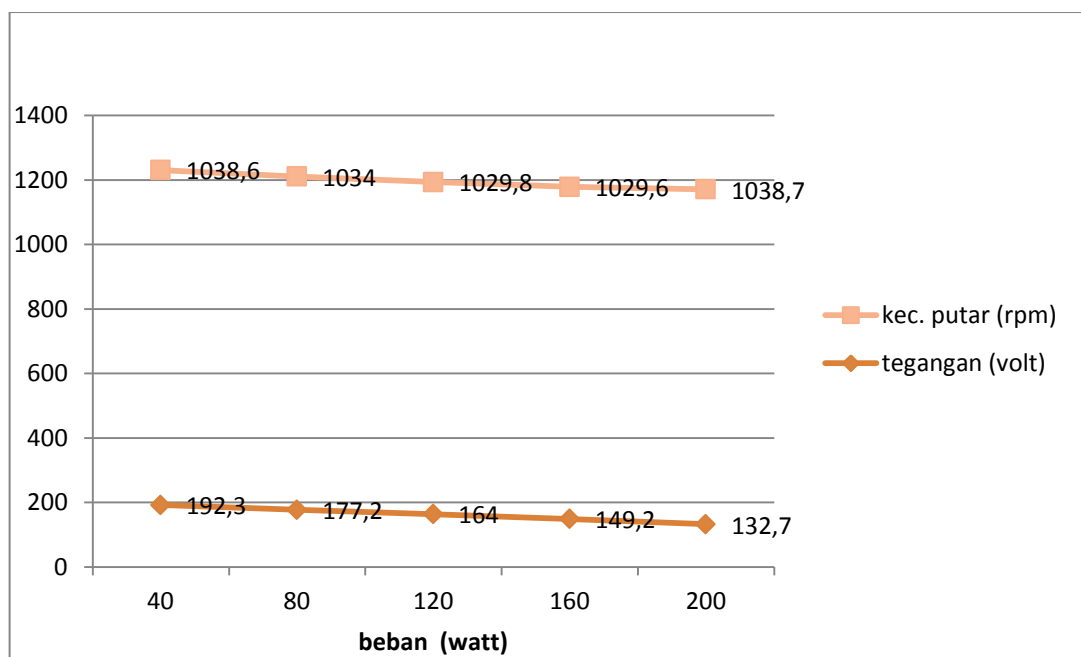
yang dipengaruhi oleh beban yang dipikul. Hal tersebut sesuai dengan penelitian sebelumnya, bahwa tegangan dan frekuensi keluaran dari generator induksi dipengaruhi oleh tinggi dan jenis beban listrik yang disuplainya. Semakin tinggi daya beban yang dipikul generator maka tegangan dan frekuensinya akan menurun (Supardi et al., 2014).

3.3 Pengujian generator induksi 6 kutub dengan beban resistif

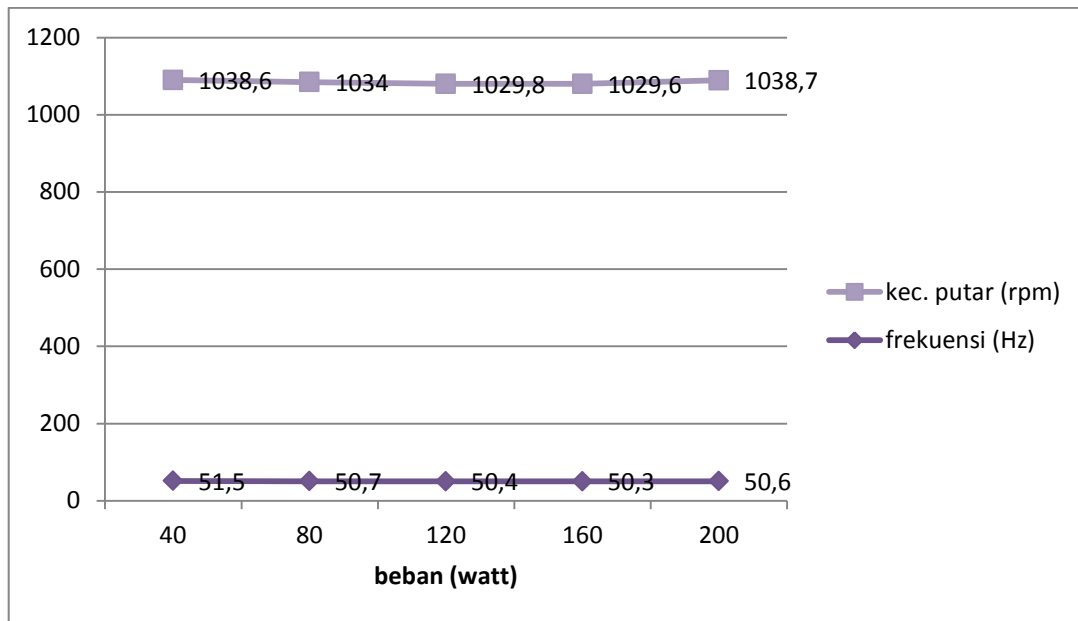
Pengujian generator induksi 6 kutub dengan memvariasi beban resistif mulai 40 sampai 200 watt, dengan tingkat kenaikan beban setiap 40 watt. Untuk kecepatan putar diatur tetap konstan pada awal pengujian pertama yaitu 1050 rpm dan pengujian kedua yaitu 1100 rpm, selanjutnya kecepatan putar diamati perubahannya. Hasil pengujian ditunjukkan pada tabel 3.

Tabel 3. Hasil pengujian beban resistif

Beban (P)	Kecepatan putar (rpm)	Tegangan (V)	Frekuensi (Hz)
40	1038,6	192,3	51,5
80	1034	177,2	50,7
120	1029,8	164	50,4
160	1029,6	149,2	50,3
200	1038,7	132,7	50,6
40	1054,6	205,9	52
80	1047	187	51,4
120	1045,1	173,7	50,9
160	1046,1	160,9	51
200	1053,6	146,9	51,6



Gambar 7. Hubungan beban terhadap tegangan dan kecepatan putar dengan beban resistif



Gambar 8. Hubungan beban terhadap frekuensi dan kecepatan putar dengan beban resistif

Pada pengujian ketiga dengan beban resistif sesuai gambar 7 menunjukkan bahwa beban resistif berpengaruh signifikan terhadap tegangan. Untuk kecepatan putar pada awal pengujian dipertahankan tetap konstan yaitu 1050 rpm, sesuai gambar 7 kecepatan putar juga mengalami penurunan karena beban yang terus meningkat. Ketika beban 40 watt tegangan menjadi 192,3 volt kemudian beban dinaikkan sampai 200 watt tegangan menjadi 132,7 volt. Sesuai data bahwa pembebanan berpengaruh terhadap tegangan. Semakin tinggi beban yang dipikul maka tegangan akan semakin menurun begitu juga putaran pada rotor generator induksi tersebut akan melambat.

Gambar 8 menunjukkan pembebanan resistif juga berpengaruh terhadap frekuensi akan tetapi ada tren yang sedikit berbeda. Pada awal pengujian kecepatan putar dipertahankan tetap konstan 1050 rpm, sesuai gambar 8 kecepatan putar juga mengalami penurunan. Beban resistif mulai 40 watt menghasilkan frekuensi 51,5 Hz dan beban yang ditingkatkan secara bertahap. Ketika beban mencapai 160 watt menghasilkan frekuensi 50,3 Hz, sesuai data bahwa pembebanan resistif berpengaruh terhadap frekuensi yang dihasilkan akan semakin menurun. Menurunnya frekuensi ini dipengaruhi oleh kecepatan putar yang semakin menurun, karena memikul beban resistif yang meningkat. Namun untuk beban 200 watt frekuensi kembali naik menjadi 50,6 Hz begitu juga kecepatan putar meningkat menjadi 1038,7 rpm akan tetapi tegangan tetap turun karena pengaruh beban tersebut.

Gambar 7 dan 8 menunjukkan hubungan antara kecepatan putar terhadap tegangan dan frekuensi keluaran generator induksi 6 kutub dengan beban resistif. Hasil data bahwa semakin

tinggi beban maka tegangan akan semakin menurun, untuk pembebanan resistif ini mengalami drop tegangan signifikan yaitu mencapai 31%. Sama halnya dengan kecepatan putar juga mengalami penurunan, maka frekuensi pun akan mengalami penurunan. Melambatnya putaran generator tersebut akibat memikul beban yang terlalu tinggi. Akan tetapi ada tren yang sedikit berbeda ketika beban mencapai 200 watt, kecepatan putar dan frekuensi kembali naik sedangkan tegangan tetap turun. Kondisi tersebut terjadi karena keadaan beban tertentu dari generator induksi (keadaan jenuh), karena hal ini mempengaruhi reaktansi-reaktansi pada generator tersebut (Kadir, 1981). Generator induksi 6 kutub mengalami keadaan jenuh pada beban 200 watt oleh karena itu kecepatan putar kembali naik begitu juga dengan frekuensi.

4. PENUTUP

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan generator induksi 6 kutub dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

Tingginya kecepatan putar akan mempengaruhi keluaran pada generator induksi. Berdasar pada data pengujian, semakin tinggi kecepatan putar maka tegangan dan frekuensi yang dihasilkan juga semakin tinggi begitu juga sebaliknya untuk kondisi tanpa beban. Proses pengujian dilakukan dengan cara memvariasi kecepatan putar mulai 950 samapi 1150 rpm sehingga menghasilkan nilai tegangan dan frekuensi sesuai standar PLN (220 V, 50 Hz). Tegangan dan frekuensi pada generator induksi sangat dipengaruhi oleh beban dan kecepatan putar. Ketika beban semakin besar maka drop tegangan akan semakin besar sehingga tegangannya akan semakin turun. Beban yang digunakan adalah beban resistif dan LHE, drop tegangan untuk beban resistif mencapai 31% ketika beban mencapai 200 watt sedangkan drop tegangan beban LHE hanya 17% ketika beban mencapai 120 watt. Kondisi tersebut dipengaruhi oleh tinggi dan jenis beban yang dipikul oleh generator tersebut. Drop tegangan bisa diminimalisir dengan menaikkan kecepatan putar sesuai perubahan kebutuhan beban. Pada penelitian berikutnya penulis berharap adanya pengembangan pada generator induksi ini, agar kecepatan putarannya lebih stabil yang dapat digunakan pada kondisi beban yang lebih variatif dan untuk pengaplikasian skala lebih besar.

PERSANTUNAN

Penyusunan tugas akhir ini tidak lepas dari dukungan, bantuan, dan saran dari berbagai pihak. Untuk itu penulis mengucapkan terima kasih untuk kedua orangtua tercinta dan keluarga penulis, terimakasih atas dukungan dan doanya dalam mengerjakan tugas akhir ini dan juga bapak Agus Supardi, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan arahan dan dukungan dalam penyelesaian tugas akhir ini. Bapak Ir. Sri Sunarjono, M.T., Ph.D. selaku dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta selain itu bapak Umar, S.T., M.T. selaku ketua jurusan Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Surakarta tidak lupa bapak dan ibu dosen Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Surakarta. Teman-teman Teknik Elektro angkatan 2012. Semua pihak yang telah membantu yang tidak dapat disebutkan satu persatu, penulis mengucapkan banyak terima kasih.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Chapallaz, J. M. (1992). *Manual on induction Motors Used as Generators*, Deutches Zentrum fur Entwicklungstechnologien- GATEm Braunschweig, Germany
- Chauhan, Y. K., Yadav, V. K., and Singh, B. (2013). Optimum Utilisation of self-excited Induction Generator. *IET Electric Power Application*, 7(9):680 – 692.
- Dragomirescu, I., Ungureanu, C. L., and Nedelea, V. (2011). The Control of Voltage and Frequency of Self-excited Three-Phase Induction Generator. *Anul XVIII*, NR(3):109 – 114.
- Farrag, M. E. A., & Putrus, G. A. (2014). Analysis of the Dynamic Performance of Self-Excited Induction Generators Employed in Renewable Energy Generation. *Energies*, 7,278 – 294. <http://doi.org/10.3390/en7010278>
- Gupta, A. (2012). Analysis of Self-Excited Induction Generator for Isolated System. *International Journal Of Computational Engineering Research*, 2(2):353 – 358. <http://doi.org/10.1049/iet.epa.2013.0038>
- Kadir, A. 1981. *Mesin TakSerempak*. Jakarta: Djambatan
- Shilpa, G. K. & Dias, P. F. (2013). Stability of Voltage using Different Control strategies In Isolated Self Excited Induction Generator for Variable Speed Applications. *International Journal of Engineering Trends and Technology (IJEET)*, 4(3):2366 – 2370.

- Supardi, A., Susilo, J., dan Faris. (2014). Pengaruh pembebanan terhadap karakteristik keluaran generator induksi 1 fase. *Jurnal Emitter*, 2(14):1 – 6
- Yudha, M. P. P. (2013). BKKBN: Jumlah Penduduk Indonesia Sangat Tinggi. Dari: <http://www.republika.co.id/berita/nasional/jabodetabek-nasional/13/11/01/mvjx78-bkkbn-jumlah-penduduk-indonesia-sangat-tinggi>. Diakses pada: Jumat, 24 Juni 2016